

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Medicina Dentária



**Influência do tempo de armazenamento  
na estabilidade dimensional do alginato:  
Estudo Laboratorial**

**Marta Gonçalves Cadete Pires Jacinto**

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2017



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Medicina Dentária



**Influência do tempo de armazenamento  
na estabilidade dimensional do alginato:  
Estudo Laboratorial**

**Marta Gonçalves Cadete Pires Jacinto**

Dissertação orientada por:

**Professora Doutora Virgínia Santos**

**Professor Doutor Jaime Portugal**

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2017



*Ninguém escapa ao sonho de voar, de ultrapassar os limites do espaço onde nasceu, de ver novos lugares e novas gentes. Mas saber ver em cada coisa, em cada pessoa, aquele algo que a define como especial, um objeto singular, um amigo – é fundamental. Navegar é preciso, reconhecer o valor das coisas e das pessoas, é mais preciso ainda!*

*Antoine de Saint-Exupéry*



## Agradecimentos

A elaboração desta dissertação não teria sido possível sem a colaboração e contributo de diversas pessoas, às quais quero dirigir os meus sinceros agradecimentos.

À minha orientadora, **Professora Doutora Virgínia Santos**, por me ter orientado ao longo de todo este percurso, pela disponibilidade, dedicação e incansável apoio. Não existe palavra de agradecimento que possa ser suficiente para lhe expressar a minha gratidão e o enorme privilégio em ter partilhado consigo todo este caminho. A si, o meu obrigado.

Ao meu coorientador, **Professor Doutor Jaime Portugal**, por ter aceite ser parte integrante desta dissertação e ter partilhado comigo todo o seu conhecimento científico e mestria. Obrigada por toda a paciência e dedicação.

Aos meus pais, **Alexandra e Nuno**, um terno obrigado pelas oportunidades que me deram para me tornar a pessoa que hoje sou. Ao meu pai por moldar o meu saber desde cedo. Um agradecimento especial à minha mãe por me fazer sonhar que um dia posso vir a ser como ela.

Ao meu querido irmão, **Miguel**, por ser quem é para mim e por estar sempre lá.

Ao Estefânio Monteiro, **Nhóó**, que nunca saiu do meu lado.

Aos meus avós, **Aura e Adelino**, por serem parte da pessoa que eu sou.

Aos meus avós, **Júlia Maria e António Nuno**, que nunca tiveram a oportunidade de conhecer a pessoa que me tornei e que espero ter deixado orgulhosos.

Às **minhas** pessoas, que sabem quem são, a vocês, que incansavelmente me acompanharam ao longo destes anos e tiveram a magistral capacidade de lá estar todos os dias – o meu sincero obrigado!





**RESUMO**  
**ABSTRACT**

---



## Resumo

**Objetivo:** avaliar a influência do tipo de alginato e do tempo de armazenamento na estabilidade dimensional de impressões.

**Materiais e Métodos:** foram realizadas 80 impressões a um modelo de acrílico com dois diferentes alginatos de vazagem tardia. Metade das impressões foram realizadas com *Orthoprint* e a outra metade com *Hydrogum 5*. Para cada alginato foram constituídos quatro grupos, dependendo do tempo de armazenamento, sendo as impressões vazadas a gesso imediatamente após a sua obtenção e às 24, 48 e 120 horas ( $n=10$ ). Cada impressão foi submetida a protocolo de desinfecção e armazenada em sacos específicos até ao momento de vazagem a gesso. Foram realizadas medições no sentido ântero-posterior e transversal. Cada medição foi efetuada três vezes e a média dessas três medições foi utilizada como referência de cada espécime. Foi calculada a diferença entre cada espécime e o modelo de acrílico. Sempre que possível, os valores obtidos foram tratados com teste ANOVA duas vias, seguidas de testes *post-hoc* segundo Tukey. Em alternativa, foram utilizados testes segundo Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com correção de Bonferroni. A significância estatística foi fixada em 95% ( $\alpha=0,05$ ).

**Resultados:** tanto na medição ântero-posterior como na medição transversal não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois alginatos em estudo ( $p>0,05$ ). Por outro lado, nas medições consideradas, a estabilidade dimensional foi influenciada de forma estatisticamente significativa pelo tempo de armazenamento ( $p<0,05$ ). Não foram verificadas interações estatisticamente significativas entre os dois fatores em estudo ( $p>0,05$ ).

**Conclusões:** enquanto a estabilidade dimensional dos alginatos estudados não é afetada pelo tipo de alginato, o tempo de armazenamento da impressão antes da vazagem a gesso influencia a estabilidade do alginato.

**Palavras-chave:** *Orthoprint*; *Hydrogum 5*; alginato de vazagem tardia; tempo de armazenamento; estabilidade dimensional



## Abstract

**Objectives:** to study the effect of storage time on dimensional stability of two extended-pour alginates.

**Materials and Methods:** in this *in-vitro* study, a total of 80 alginate impressions were taken from a standard acrylic model. Half of the impressions were made using Orthoprint and the other half using Hydrogum 5. Each impression was submitted to a disinfection protocol. The impressions that were not poured immediately, were stored in a sealed plastic bag for 24, 48 and 120 hours. The impressions were poured with type III dental stone. Cross-arch and anteroposterior measurements were made with a digital caliper on the casts obtained. Each measurement was performed three times and the mean of these three measurement was used as reference of each specimen. The difference between each specimen and the standard acrylic model was calculated. Whenever possible, data were treated with statistic test ANOVA two-way, followed by Tukey's post-hoc test. Alternatively, Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests with Bonferroni corrections were used. Statistical significance was set at 95% ( $\alpha=0,05$ ).

**Results:** both in anteroposterior and cross-arch measurements there were no statistically significant differences between the two alginate materials under study ( $p>0,05$ ). However, in the measurements considered, the dimensional stability of alginate impressions was influenced, in a statistically significant way, by the storage time ( $p<0,05$ ). There was no statistically significant interaction between the two factors under study ( $p>0,05$ ).

**Conclusions:** dimensional stability of the alginates studied is not affects by the type of alginate. On the other hand, the storage time of the impression before casting influences the dimensional stability of the impressions obtained.

**Key-words:** *Orthoprint; Hydrogum 5*; extended-pour alginates; storage time; dimensional stability



## Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>ii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	<b>x</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Materiais e Métodos</b> .....	<b>9</b>
3.1. Análise Estatística .....	14
<b>4. Resultados</b> .....	
4.1. Valores modelo padrão .....	17
4.2. Estatística Descritiva .....	17
4.2.1. Medição ântero-posterior .....	17
4.2.2. Medição transversal .....	18
4.3. Estatística Inferencial .....	18
4.3.1. Medição ântero-posterior .....	18
4.3.2. Medição transversal .....	20
<b>5. Discussão</b> .....	<b>21</b>
<b>6. Conclusão</b> .....	<b>27</b>
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>31</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>35</b>
<b>Índice de Tabelas</b> .....	<b>39</b>
<b>Apêndice</b> .....	
Tabelas .....	43
Figuras .....	49
<b>Anexos</b> .....	
Instruções do fabricante - <i>Orthoprint</i> .....	53
Instruções do fabricante - <i>Hydrogum 5</i> .....	54





## **LISTA DE ABREVIATURAS**

---



## **Símbolos**

% - Percentagem

°C - Grau Celsius

$n$  - Número de espécimes por grupo

$N$  - Número total da amostra

$p$  - Nível de significância estatística

$>$  - Maior

$<$  - Menor

$\geq$  - Maior ou igual

$\leq$  - Menor ou igual

## **Unidades de medida**

mL - Mililitros

mm – Milímetros

h – Horas

min - Minutos

g - Gramas



## 1. Introdução

A reprodução exata das estruturas orais para um modelo de gesso é uma etapa crítica em reabilitação oral pois este permite delinear um plano de tratamento individual e apropriado a cada paciente (Walker *et al.*, 2010; Imbery *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2012), bem como prever e confeccionar a sua reabilitação. O modelo de gesso é obtido através da vazagem de uma impressão que deve duplicar com o máximo rigor e precisão a área a reabilitar (Muzaffar *et al.*, 2011; Anusavice *et al.*, 2012). Para que tal se verifique, os materiais de impressão devem cumprir alguns requisitos: devem ser fluidos o suficiente para que seja possível a sua adaptação aos tecidos orais e, ao mesmo tempo, ser viscosos o suficiente para que fiquem retidos na moldeira aquando da impressão; devem passar de uma fase fluida para uma fase sólida, denominada reação de presa do material, num período de tempo considerado razoável (idealmente abaixo dos sete minutos); devem apresentar resistência ao rasgamento para que o material não deforme ou rasgue durante a remoção da moldeira da cavidade oral; devem apresentar elasticidade e devem apresentar estabilidade dimensional até serem vazados a gesso (Muzaffar *et al.*, 2011; Anusavice *et al.*, 2012; Rohanian *et al.*, 2014).

Existem dois grandes grupos de materiais de impressão elásticos: os elastómeros e os hidrocolóides, como o alginato (Anusavice *et al.*, 2012).

O alginato é um material com propriedades elásticas e é um dos materiais de impressão mais usados na prática clínica (Nandini *et al.*, 2008; Walker *et al.*, 2010; Rohanian *et al.*, 2014). As razões para a sua vasta utilização prendem-se com o seu baixo custo, o seu fácil manuseamento e o facto de não necessitar de equipamento específico para a sua utilização (Imbery *et al.*, 2010; Anusavice *et al.*, 2012; Nassar *et al.*, 2012; Rodrigues *et al.*, 2012). Para além do mais, o alginato é um material extremamente versátil, que pode ser utilizado em diversas áreas, como na reabilitação oral, na ortodontia, na implantologia e na dentisteria estética e restauradora (Nandini *et al.*, 2008; Imbery *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2010; Muzzafar *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2012; Rohanian *et al.*, 2014).

O termo alginato compreende um material de impressão com propriedades físicas e químicas próprias e composto por vários constituintes, consoante a marca comercial que o produz. O alginato propriamente dito provém do ácido algínico presente nas algas (Nandini *et al.*, 2008; Imbery *et al.*, 2010; Anusavice *et al.*, 2012). Para que seja um material solúvel

em água é frequentemente transformado em alginato de sódio ou de potássio. Para que a reação química se inicie são frequentemente adicionados catalisadores como o sulfato de cálcio. Por vezes adicionam-se componentes como potássio de titânio fluoretado para acelerar a reação.

Ao misturar o pó de alginato com a água inicia-se a reação química que vai conduzir ao chamado processo de gelificação (Nandini *et al.*, 2008; Anusavice *et al.*, 2012), que consiste na passagem da fase *sol* para a fase *gel*, transformando o material líquido num material semi-sólido (Nandini *et al.*, 2008; Anusavice *et al.*, 2012). Durante esta reação, o pó de alginato vai aglomerar-se, formando uma rede de fibrilhas, que retêm a água no seu interior por mecanismos de capilaridade (Anusavice *et al.*, 2012). Analisando a reação de gelificação do ponto de vista químico, ocorre uma interação entre o alginato de sódio/potássio e o sulfato de cálcio, levando à constituição de um gel de alginato de cálcio insolúvel. No entanto, esta reação é tão rápida que não permite ao clínico tempo de trabalho suficiente, sendo necessária a existência de elementos retardadores da reação, nomeadamente a presença de fosfato de sódio. Assim, a primeira reação ocorrerá entre o sulfato de cálcio e o fosfato de sódio formando fosfato de cálcio, por forma a impedir que o sulfato de cálcio reaja com o alginato de sódio/potássio. A partir do momento que o fosfato de sódio é totalmente consumido, terá início a segunda reação, em que o cálcio vai reagir com o alginato de potássio/sódio. A ocorrência destas reações atrasa a reação de gelificação, dando tempo ao clínico de misturar corretamente o material, de o colocar na moldeira e de o posicionar sobre a área a imprimir (Nandini *et al.*, 2008; Anusavice *et al.*, 2012). Tanto o óxido de zinco como a terra de diatomáceas funcionam como partículas de carga.

A manipulação do alginato deve ser criteriosa para que se obtenha uma reprodução precisa e fidedigna das estruturas orais. É importante respeitar as indicações do fabricante, nomeadamente no que respeita às proporções de pó e água a utilizar, bem como aos tempos de manipulação do material. A introdução de alterações às indicações fornecidas pelo fabricante pode conduzir à modificação das propriedades do gel, nomeadamente no que respeita à capacidade de resistência ao rasgamento e elasticidade (Nandini *et al.*, 2008; Anusavice *et al.*, 2012). Para além disso, a colocação dos componentes na taça de borracha também deve seguir uma ordem específica: primeiro a colocação da água seguida da adição do pó, garantindo que todas as partículas de pó são envolvidas pela fase dispersante e de

modo a que a colocação da água não retire parte do pó. A espatulação deve ser realizada de forma vigorosa e descrevendo uma ‘figura em 8’, garantindo que toda a mistura seja pressionada contra as paredes da taça de borracha, assegurando a dissolução completa do pó, bem como a eliminação de eventuais bolhas de ar incorporadas na mistura (Anusavice *et al.*, 2012). O resultado da espatulação deve apresentar-se como uma mistura suave e cremosa mas numa consistência viscosa o suficiente para que não escorra da espátula (Nandini *et al.*, 2008; Anusavice *et al.*, 2012). A mistura deve ser colocada na moldeira e posteriormente introduzida na cavidade oral onde deve permanecer até o material atingir o tempo de gelificação, isto é, até que o mesmo apresente rigidez suficiente para que não sofra deformação permanente. Tendo em conta que a resistência ao rasgamento do alginato melhora mesmo após gelificação, a remoção da impressão da cavidade oral pode ser retardada mesmo findo o processo (Anusavice *et al.*, 2012).

A reduzida estabilidade dimensional tem sido descrita como a principal desvantagem dos alginatos (Walker *et al.*, 2010; Anusavice *et al.*, 2012; Rohanian *et al.*, 2014; Gumus *et al.*, 2015). Esta propriedade é definida como a capacidade que o material apresenta em manter a sua precisão, tanto na forma como volumetria, durante um determinado período de tempo a partir do momento em que a reação de presa está completa (Muzzafar *et al.*, 2011; Anusavice *et al.*, 2012; Todd *et al.*, 2013; Rohanian *et al.*, 2014; Gumus *et al.*, 2015). Vários são os fatores que podem alterar a estabilidade dimensional dos alginatos, como a composição do material, as condições de armazenamento das impressões, o tempo entre a obtenção da impressão e a sua vazagem a gesso, bem como as variações de temperatura, tanto do ambiente como da água de mistura (Muzzafar *et al.*, 2011; Anusavice *et al.*, 2012; Rohanian *et al.*, 2014).

Apesar de não existirem na literatura *guidelines* específicas que permitam avaliar a estabilidade dimensional dos hidrocolóides irreversíveis, nomeadamente dos alginatos, a norma ISO 13716 (*Dentistry – Reversible-irreversible hydrocolloid impression material systems*, 1999) refere que, para considerar que o material de impressão apresenta estabilidade dimensional linear ao longo do tempo, este não deve sofrer variações de alteração dimensional superiores a 1,0%.

Quando o alginato é exposto ao ar sofre o que se denomina de sinérese, a água evapora e o material de impressão contrai. No entanto, o processo inverso também se pode verificar,

conduzindo igualmente a alterações dimensionais. Caso a impressão seja submersa numa solução aquosa, vai absorver água pelo processo de embebição, tendo tendência a aumentar de volume (Walker *et al.*, 2010; Anusavice *et al.*, 2012; Rohanian *et al.*, 2014; Gumus *et al.*, 2015). Este processo de embebição pode ocorrer justamente quando as impressões em alginato são imersas na solução desinfetante (Rad *et al.*, 2010; Muzzafar *et al.*, 2011). Na prática, tanto o processo de sinérese como o processo de embebição, ao introduzirem alterações dimensionais nas impressões em alginato, incorrem também na obtenção de modelos de gesso adulterados face às estruturas orais. Por forma a minimizar as alterações dimensionais do alginato, os fabricantes recomendam que a impressão seja vazada o mais cedo possível. No entanto, a literatura não é consistente quanto ao tempo máximo de armazenamento, existindo autores que advogam a vazagem da impressão a gesso imediatamente após a sua obtenção, (Rohanian *et al.*, 2014; Nassar *et al.*, 2011) e autores que defendem que a vazagem a gesso das impressões pode ser adiada até 30 minutos (Walker *et al.*, 2010).

Devido às limitações inerentes ao transporte das impressões para o laboratório, muitas vezes as mesmas são vazadas a gesso com um atraso significativo face ao recomendado pelo fabricante (Rohanian, Shabestari, Zeighami, Samadi, & Shamshiri, 2014). Assim, para alguns autores, a impressão deve ser envolvida numa compressa húmida e deve ser armazenada num saco plástico selado, por forma a manter um ambiente 100% húmido, mas não molhado (Anusavice *et al.*, 2012). No entanto, este procedimento não é consensual na literatura. Alguns autores não advogam a sua prática pelo facto de não ser possível determinar a quantidade de água que pode ser absorvida pelo material de impressão (Imbery *et al.*, 2011; Gumus *et al.*, 2015)

De forma a colmatar a fraca estabilidade dimensional dos alginatos e as consequências clínicas que advêm do atraso na vazagem das impressões, os fabricantes têm desenvolvido uma nova geração de alginatos que denominam como *extended-pour* e que afirmam ter uma boa estabilidade dimensional durante um período de tempo mais prolongado, que pode atingir as 48 horas, ou mesmo as 120 horas. Estes alginatos vão ser denominados ao longo deste estudo como alginato de vazagem tardia.

A principal diferença desta nova geração de alginatos comparativamente com o alginato convencional assenta na composição química com a adição de partículas de



polímeros; estes polímeros têm como principal função atuarem como agentes de preenchimento, interferindo diretamente nas alterações dimensionais destes materiais (Walker *et al.*, 2010; Rohanian *et al.*, 2014).

A literatura existente neste sentido, apesar de não ser extensa e consensual, parece indicar que os alginatos de vazagem tardia apresentam efetivamente uma maior estabilidade dimensional, conduzindo à obtenção de modelos de gesso mais fidedignos, quando comparados com os modelos de gesso obtidos a partir das impressões realizadas em alginato convencional (Imbery *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2012; Rohanian *et al.*, 2014).

O presente estudo pretende contribuir para o estudo da influência do tempo de armazenamento das impressões antes da vazagem a gesso na estabilidade dimensional de impressões obtidas com alginatos de vazagem tardia.



## 2. Objetivos

O presente estudo pretende avaliar o efeito do tempo de armazenamento na estabilidade dimensional de alginatos de vazagem tardia.

Este objetivo traduz-se em duas hipóteses experimentais:

1.

$H_0$ : Não existem diferenças entre a estabilidade dimensional dos alginatos estudados.

$H_1$ : Existem diferenças entre a estabilidade dimensional dos alginatos estudados.

2.

$H_0$ : O tempo de armazenamento da impressão antes da vazagem a gesso não influencia a estabilidade dimensional do alginato.

$H_1$ : O tempo de armazenamento da impressão antes da vazagem a gesso influencia a estabilidade dimensional do alginato.



### 3. Materiais e Métodos

Todo o estudo foi realizado no Laboratório de Biomateriais da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, com controlo da temperatura ambiente de 23°C.

Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo operador, por forma a minimizar a introdução de vieses no procedimento laboratorial.

Para o presente estudo foram realizadas um total de 80 impressões em alginato sobre um modelo acrílico padrão, distribuídas pelos 8 grupos experimentais criados de acordo com as diversas combinações possíveis entre o alginato utilizado e o tempo de armazenamento da impressão antes da vazagem a gesso (n=10) (Figura 1).

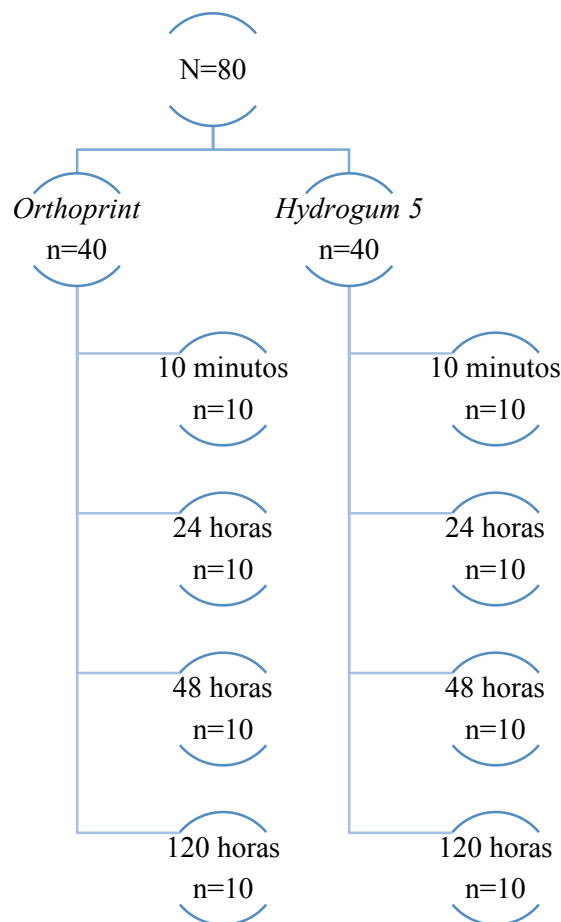


Figura 1. Desenho do protocolo experimental.

Foram utilizados dois materiais de impressão. Metade das impressões foram realizadas com *Orthoprint* (Zhermack, Itália, lote 243412) e as outras 40 impressões foram

realizadas com *Hydrogum 5* (Zhermack, Itália, lote 257122) (Figura 2). Para a realização da impressão foram utilizadas moldeiras plásticas perfuradas para mandíbula (Medibase, referência nº1-906) (Figura 3).



Figura 2. Alginatos utilizados no estudo - *Orthoprint* e *Hydrogum 5*.



Figura 3. Moldeiras utilizadas para obtenção das impressões.

As impressões foram realizadas a partir de um modelo acrílico inferior, modificado para classe II Kennedy esquerda (Figura 4). Na posição do dente 36 foi realizada uma calha com dimensões 3x3x2. O modelo dentário foi ainda modificado, colocando três parafusos em zonas específicas: dois na região retro molar e um na região do freio lingual, para garantir uma posição reprodutível da moldeira durante a toma da impressão.

No que respeita às proporções de pó e água a utilizar, o *Orthoprint* foi misturado numa proporção de 9 g de pó para 18 mL de água, enquanto o *Hydrogum 5* foi misturado numa proporção de 7 g de pó para 15 mL de água (Instruções do fabricante, em anexo). A mistura dos materiais foi realizada por manipulação manual com uma espátula de plástico rígido, numa taça de borracha.

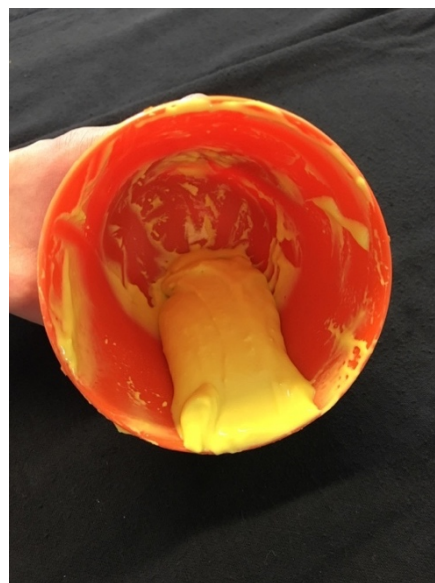
As figuras 5 e 6 mostram a medição de pó e água, bem como a manipulação do material.



*Figura 4. Modelo dentário inferior modificado para classe II Kennedy esquerda.*



*Figura 5. Preparação da proporção água-pó a utilizar.*



*Figura 6. Manipulação do material de impressão.*

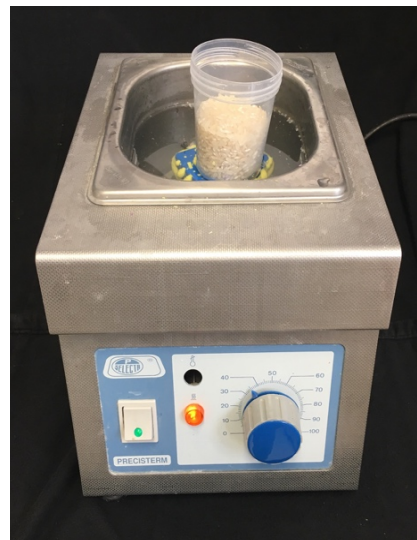
Após a obtenção da mistura, o material de impressão foi colocado na moldeira (Figura 7). De forma a simular uma impressão clínica, foi mantida pressão digital sobre a moldeira no modelo padrão acrílico. Essa pressão foi exercida até à moldeira atingir as três marcas realizadas nos parafusos de orientação da realização da impressão, de forma a controlar o afundamento da moldeira e, consequentemente, a espessura de alginato no seu interior.

O conjunto moldeira com material de impressão e modelo acrílico foram colocados em banho térmico, até a reação de gelificação estar concluída, a uma temperatura de  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ , sendo posteriormente mimetizada a estabilização da moldeira na cavidade oral, com a aplicação de uma carga externa de 62 g (Figura 8).

Na figura 9 é possível observar a impressão final.



*Figura 7. Colocação do material de impressão na moldeira.*



*Figura 8. Colocação da moldeira de impressão no banho térmico com aplicação de força externa.*



*Figura 9. Impressão final.*



O tempo de manipulação do material, bem como o momento de remoção da moldeira do modelo acrílico seguiu as indicações do fabricante. O tempo adicional após finalizada a reação de presa e antes da remoção da impressão do modelo acrílico foi o mínimo indicado pela marca. A tabela 1 reflete os tempos de manipulação recomendados pelo fabricante.

*Tabela 1. Tempos de manipulação do Orthoprint e Hydrogum 5 recomendados pelo fabricante.*

<b>Tempos de manipulação dos materiais em estudo</b>		
<b>Tempo</b>	<b><i>Orthoprint</i></b>	<b><i>Hydrogum 5</i></b>
Tempo de mistura	30''	<30''
Tempo de trabalho	1'05''	1'05''
Tempo na boca (mínimo)	0'45''	0'45''
Tempo de presa	1'50''	1'50''

Após a toma de impressão, as mesmas foram submetidas ao procedimento de desinfecção pelo método de imersão, através da utilização de hipoclorito de sódio a 5% (A.L. Martins & Fernandes, referência nº 410516).

Como desinfetante foi utilizado uma solução de Hipoclorito de Sódio, com uma concentração de 5% e uma diluição de 1:10. As impressões foram imersas durante 10 segundos na solução preparada e, posteriormente, armazenadas durante 10 minutos em sacos de transporte hermeticamente fechados juntamente com uma compressa embebida na referida solução em hipoclorito de sódio. Após este tempo, as impressões foram retiradas do interior dos sacos de armazenamento, removendo-se o hipoclorito de sódio da sua superfície, utilizando água corrente. Por forma a eliminar o excesso de água, as impressões foram sacudidas durante 10 segundos.

De acordo com o grupo experimental, as impressões foram corridas a gesso em quatro momentos diferentes, imediatamente após a desinfecção, isto é, 10 minutos após a sua remoção do modelo acrílico, ou com um tempo de armazenamento adicional de 24 horas, 48 horas ou 120 horas. As impressões que não foram corridas imediatamente após a desinfecção, foram armazenadas em sacos de plástico hermeticamente fechados de acordo com as instruções do fabricante dos alginatos em estudo. Dessa forma, nenhuma compressa

embebida em água foi colocada juntamente com as impressões cuja vazagem foi adiada (Figura 10).

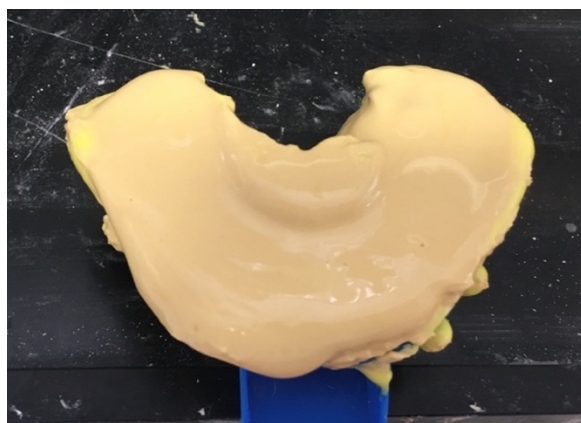


*Figura 10. Saco de armazenamento da impressão da impressão até ao momento da vazagem a gesso.*

Todas as impressões foram vazadas a gesso tipo III Pro-Solid Super® (Sant-Gobain Formula) nos momentos estabelecidos e na proporção indicada pelo fabricante (100 g de pó para 27 mL de água) (Figura 11 e 12). Após 60 minutos, foi feita a remoção do modelo obtido.



*Figura 11. Preparação do gesso para vazagem da impressão.*



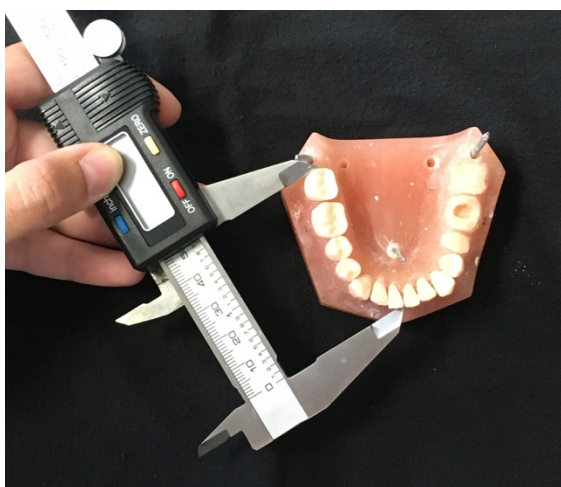
*Figura 12. Colocação do gesso na impressão.*

Todos os modelos foram deixados ao ar livre à temperatura ambiente durante 24 horas.

Após esse período de tempo, foram realizadas as medições dos modelos obtidos com um calibrador digital com precisão de 0,01 mm (Digital Caliper, Fischer Darex) (Figura 13). Foi realizada uma medição ântero-posterior que se estendeu desde a linha média e a face distal do dente 47 e uma medição transversal, da face vestibular da calha à face vestibular do dente 46 (Figura 14 e 15). Cada medição foi efetuada três vezes e a média dessas três medições foi utilizada como referência de cada espécime. De seguida, foi calculada a diferença entre cada espécime e o padrão de acrílico.



*Figura 13. Craveira digital utilizada para medição dos modelos.*



*Figura 14. Demonstração da medição ântero-posterior da linha média à face distal do dente 47.*



*Figura 15. Demonstração da medição transversal da face vestibular do dente 46 à face vestibular da calha.*

Por fim, foi calculada a percentagem de alteração dimensional dos modelos em gesso obtidos, face às medidas do modelo acrílico padrão, a partir da equação  $\frac{(A-A1)}{A1} \times 100$ , na qual *A* representa a média da medição obtida a partir dos modelos de gesso e *A1* representa a medição obtida no modelo acrílico padrão (Walker *et al.*, 2010; Rohanian *et al.*, 2014).

### **3.1. Análise Estatística**

Os dados foram inseridos numa base de dados e analisados estatisticamente com o *software* informático IBM SPSS® versão 24.0.

A análise estatística dos resultados foi realizada utilizando métodos descritivos e métodos inferenciais.

A normalidade da distribuição dos dados e a homogeneidade das variâncias foram verificadas recorrendo aos testes estatísticos de Shapiro-Wilk e de Levene, respetivamente.

Sempre que possível, os valores obtidos foram tratados com testes paramétricos, ANOVA duas vias, seguida de testes de comparações múltiplas, testes *post-hoc*, segundo *Tukey*. Sempre que não se verificaram as condições de normalidade ou homogeneidade foram utilizados testes não paramétricos, segundo Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com correção de Bonferroni.

A significância estatística foi fixada em 95% (alfa=0,05).

## 4. Resultados:

### 4.1. Valores do modelo padrão

As medidas encontradas no modelo acrílico padrão foram de 49,47 mm para a medição ântero-posterior e de 50,16 mm para a medição transversal.

### 4.2. Estatística descritiva

#### 4.2.1. Medição ântero-posterior

Os valores médios da diferença entre as medições ântero-posteriores obtidas e o respetivo valor do modelo acrílico padrão ( $\Delta AP$ ) variaram entre 0,84 e 1,31 mm para o grupo experimental do *Orthoprint* (Tabela 2). Considerando o grupo experimental do *Hydrogum 5*, esses mesmos valores variaram entre 0,74 e 1,22 mm (Tabela 2).

Na tabela 2 é apresentada a estatística descritiva, média e desvio-padrão da diferença entre as medições obtidas no sentido ântero-posterior dos espécimes e modelo padrão, bem como a percentagem média de alteração dimensional, obtida nos diversos grupos experimentais

Tabela 2. Estatística descritiva dos dados obtidos no sentido ântero-posterior, em função do tipo de alginato e do tempo de armazenamento ( $n=10$ ).

Material em estudo	Tempo de armazenamento	$\Delta AP$ Médio (Desvio padrão) (mm)	Alteração dimensional média (%)
<i>Orthoprint</i>	10'	1,31 (0,227)	2,8
	24h	0,91 (0,118)	1,9
	48h	0,90 (0,191)	1,9
	120h	0,84 (0,177)	1,9
<i>Hydrogum 5</i>	10'	1,22 (0,113)	2,6
	24h	0,74 (0,171)	1,6
	48h	0,98 (0,064)	2,1
	120h	0,87 (0,174)	1,8

#### 4.2.2. Medição transversal

Os valores médios da diferença entre as medições transversais obtidas e o respectivo valor do modelo acrílico padrão ( $\Delta T$ ) variaram entre 0,14 e 0,38 mm para o grupo experimental do *Orthoprint* (Tabela 3). Considerando o grupo experimental do *Hydrogum 5*, esses mesmos valores variaram entre 0,18 e 0,30 mm (Tabela 3).

A tabela 3 reflete média e desvio-padrão da diferença entre as medições obtidas no sentido transversal dos espécimes e modelo padrão, bem como a percentagem média de alteração dimensional no mesmo sentido, nos diversos grupos experimentais.

Tabela 3. Estatística descritiva dos dados obtidos no sentido transversal, em função do tipo de alginato e do tempo de armazenamento ( $n=10$ ).

Material em estudo	Tempo de armazenamento	$\Delta AP$ Médio (Desvio padrão) (mm)	Alteração dimensional média (%)
<i>Orthoprint</i>	10'	0,16 (0,106)	0,3
	24h	0,33 (0,213)	0,7
	48h	0,38 (0,106)	0,8
	120h	0,14 (0,165)	0,3
<i>Hydrogum 5</i>	10'	0,30 (0,176)	0,6
	24h	0,33 (0,078)	0,7
	48h	0,36 (0,089)	0,7
	120h	0,18 (0,137)	0,4

#### 4.3. Estatística inferencial

##### 4.3.1. Medição ântero-posterior - $\Delta AP$

Tendo-se verificado normalidade com o teste Shapiro-Wilk ( $p=0,064$ ) (Tabela I em apêndice) e homogeneidade das variâncias com o teste de Levene ( $p=0,188$ ) (Tabela II em apêndice), a influência do tipo de alginato e do tempo de armazenamento na estabilidade dimensional das impressões foi avaliada com recurso ao teste estatístico ANOVA duas vias, seguida dos respectivos *post-hoc*, segundo Tukey.

O teste estatístico ANOVA duas vias (Tabela 4) permitiu verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois alginatos ( $p=0,311$ ). No entanto, a estabilidade dimensional foi influenciada de forma estatisticamente muito significativa pelo tempo de armazenamento ( $p<0,001$ ). Não se verificou interação estatisticamente significativa entre os dois fatores em estudo ( $p=0,072$ ).

Tabela 4. Teste ANOVA duas vias considerando variáveis alginato e tempo de armazenamento para  $\Delta AP$ .

<b>Teste ANOVA duas vias</b> <b>Variável dependente: <math>\Delta AP</math></b>					
Fonte de variação	SQ Tipo III	GL	QM	Valor F	Valor P
<b>Alginato</b>	0,027	1	0,1	1,0	0,311
<b>Tempo</b>	2,404	3	0,8	30,6	<0,001
<b>Alginato * Tempo</b>	0,191	3	0,1	2,4	0,072
<b>Erro</b>	1,884	72	0,1		
SQ – soma dos quadrados; GL – graus de liberdade; QM – quadrado médio					

As comparações múltiplas entre os tempos de armazenamento realizadas com testes segundo Tukey (tabela III em apêndice) revelaram diferenças estatisticamente significativas entre o primeiro tempo avaliado e os restantes momentos de armazenamento ( $p<0,05$ ). Entre as 24h, 48h e 120h não se verificaram diferenças estatisticamente significativas ( $p>0,05$ ) (Figura 16).

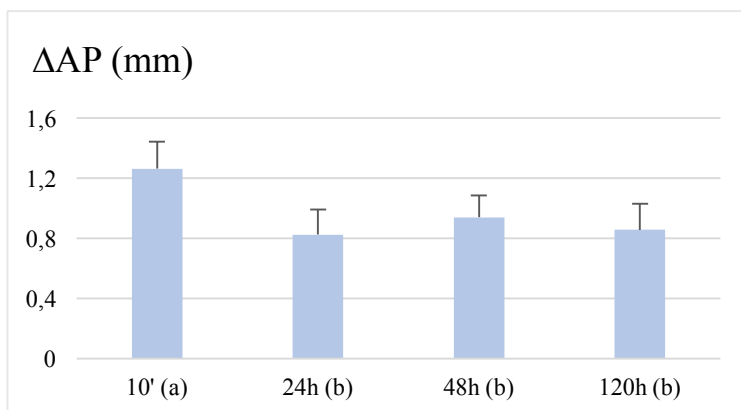


Figura 16. Influência do tempo de armazenamento sobre a alteração dimensional no sentido ântero-posterior ( $\Delta AP$ ). Tempos de armazenamento com letras iguais não apresentam diferenças estatísticas entre si ( $p < 0,05$ ).

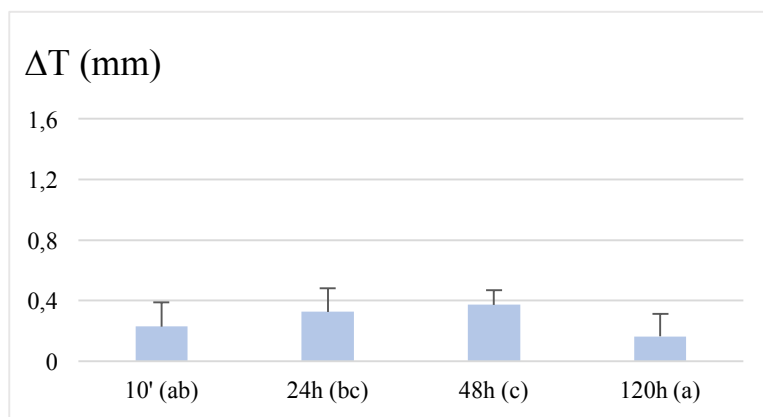
#### 4.3.2. Medição transversal - $\Delta T$

Apesar de ter sido verificada distribuição amostral normal com o teste de Shapiro-Wilk ( $p=0,528$ ) (tabela I em apêndice), não foi possível verificar a homogeneidade das variâncias das observações segundo teste de Levene ( $p=0,003$ ) (Tabela IV em apêndice).

A influência do tipo de alginato e do tempo de armazenamento na estabilidade dimensional das impressões foi assim avaliada com recurso a testes não paramétricos, nomeadamente teste estatístico segundo Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, bem como as respetivas comparações múltiplas Mann-Whitney com correção de Bonferroni.

O teste estatístico segundo Mann-Withney (Tabela V em apêndice) permitiu verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois alginatos ( $p=0,206$ ). Por outro lado, o teste estatístico segundo Kruskal-Wallis (Tabela VI em apêndice) mostra que o tempo de armazenamento tem influência na estabilidade dimensional das impressões obtidas ( $p<0,001$ ).

As comparações múltiplas entre os tempos de armazenamento, de acordo com teste segundo Mann-Withney com correção de Bonferroni (Tabela VII em apêndice) mostram diferenças estatisticamente significativas entre as 24h e 120h ( $p=0,017$ ), bem como entre as 48h e 120h ( $p<0,001$ ) e os 10min e as 48h ( $p=0,016$ ) (Figura 17).



*Figura 17. Influência do tempo de armazenamento sobre a alteração dimensional no sentido transversal ( $\Delta T$ ). Tempos de armazenamento com letras iguais não apresentam diferenças estatísticas entre si ( $p < 0,05$ ).*



## 5. Discussão:

Os alginatos são materiais de impressão amplamente utilizados na prática clínica e, apesar de serem acessíveis do ponto de vista económico, apresentam algumas limitações, nomeadamente na estabilidade dimensional (Imbery *et al.*, 2010; Nassar *et al.*, 2012; Todd *et al.*, 2013; Gumus *et al.*, 2015).

As oscilações na estabilidade dimensional são fundamentalmente devidas a fenómenos de sinérese e embebição, que resultam em alterações dimensionais das impressões e que continuam a ocorrer mesmo após a reação de gelificação do material (Imbery *et al.*, 2010; Nassar *et al.*, 2012; Gumus *et al.*, 2015). De acordo com a literatura, estes fenómenos são minimizados quando se procede a uma vazagem da impressão imediatamente após a sua obtenção ou, em alternativa, o mais cedo possível, não devendo exceder os 30 minutos (Nassar *et al.*, 2012; Todd *et al.*, 2013; Gumus *et al.*, 2015).

Por forma a melhorar a estabilidade dimensional destes materiais de impressão, os fabricantes desenvolveram novas formulações, compostas pela adição de polímeros, que pretendem funcionar como agentes de preenchimento, contrariando as alterações sofridas por estes materiais (Walker *et al.*, 2010; Rohanian *et al.*, 2014). De acordo com os fabricantes, estes novos alginatos apresentam uma estabilidade dimensional superior, permitindo o armazenamento das impressões por períodos de tempo que, conforme o caso, podem atingir as 48 ou 120 horas (Imbery *et al.*, 2010; Nassar *et al.*, 2012; Rohanian *et al.*, 2014).

Com este estudo laboratorial pretendeu-se avaliar a estabilidade dimensional de dois alginatos de vazagem tardia, o *Orthoprint* e o *Hydrogum 5*, tendo como fator variável o tempo de armazenamento das respetivas impressões até ao momento de vazagem a gesso.

De acordo com o fabricante, estes alginatos distinguem-se pelo facto do *Orthoprint* apresentar estabilidade dimensional até um máximo de 48 horas, e o *Hydrogum 5* poder estender-se até às 120 horas. O tempo máximo de estabilidade dimensional traduz-se, clinicamente, na possibilidade de retardar a vazagem da impressão a gesso até esse período de tempo, sem prejuízo à fiabilidade dos modelos obtidos.

Tentou minimizar-se a introdução de vieses que pudessem influenciar os resultados obtidos, garantindo que todos os protocolos, desde a toma das impressões até às medições dos modelos obtidos, fossem realizados e analisados pelo mesmo operador.

O facto deste estudo ter sido realizado *in-vitro* acarreta limitações aquando da extrapolação dos resultados obtidos para a prática clínica, pelo que se tentou aproximar ao máximo as condições laboratoriais face às condições verificadas em ambiente clínico.

Deste modo, e apesar da norma ISO 13716 (ISO, 1999) delinear um protocolo específico para avaliar as alterações dimensionais que ocorrem nas impressões em alginato, apenas tem em consideração alterações dimensionais lineares. Em ambiente clínico, nas impressões realizadas às estruturas orais, as dimensões não são exclusivamente lineares. Assim, neste estudo, e tal como verificado para estudos anteriores, optou-se pela utilização de um modelo acrílico para a obtenção das impressões (Farzin *et al.*, 2010; Gumus *et al.*, 2014; Rohanian *et al.*, 2014). No mesmo sentido, as impressões foram submetidas a banho térmico a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ , por forma a mimetizar a temperatura da cavidade oral, bem como a aplicação de uma força constante que pretendeu mimetizar a força digital exercida para estabilizar a moldeira na cavidade oral (Imbery *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2010; Rohanian *et al.*, 2014). Para além disso, e contrariamente ao verificado em estudos anteriores, foi tido em consideração o processo de desinfeção das impressões.

No que diz respeito ao armazenamento das impressões, a literatura não é consensual. Para os alginatos tradicionais é recomendado que o armazenamento seja realizado em ambiente de humidade relativa de 100%, através da utilização de uma compressa húmida com água destilada (Sakaguchi *et al.*, 2012; Anusavice *et al.*, 2013), sendo este protocolo adotado em estudos anteriores (Dalstra *et al.*, 2009; Imbery *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2010; Todd *et al.*, 2013; Gumus *et al.*, 2015). O fabricante dos alginatos utilizados neste estudo apenas preconiza o armazenamento em saco de armazenamento, tal costuma ser a indicação para os alginatos de vazagem tardia (Imbery *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2010). Ainda assim, a literatura refere que mesmo mantendo as impressões nas condições de 100% de humidade relativa, não é possível anular na sua totalidade as alterações dimensionais que o material sofre ao longo do tempo (Imbery *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2010).

A avaliação da estabilidade dimensional foi realizada de forma indireta, pela medição dos modelos de gesso obtidos a partir das respetivas impressões. A avaliação dos modelos de gesso foi realizada pela medição ântero-posterior e transversal, tendo sido posteriormente calculada a diferença entre essas medições e o modelo acrílico padrão.

A vazagem das impressões foi realizada com gesso tipo III e foram utilizadas as mesmas proporções de pó de gesso e água assegurando, desta forma, que a expansão sofrida pelo gesso fosse similar para todos os modelos obtidos.

Através da análise dos resultados obtidos, é possível perceber que não existiram diferenças estatisticamente significativas entre os dois alginatos avaliados nas medições consideradas. Assim, estes resultados não permitem rejeitar a primeira hipótese nula, sugerindo que o tipo de alginato não tem influência na estabilidade dimensional das impressões obtidas.

Os resultados sugerem que não existem diferenças entre os dois alginatos avaliados, o que não está em consonância com o fabricante, uma vez que seria expectável que o *Orthoprint* apenas mantivesse estabilidade dimensional até às 48 horas, devendo existir diferenças para o *Hydrogum 5* a partir desse momento até às 120 horas. Uma possível explicação para os resultados obtidos pode estar relacionada com a metodologia utilizada, bem como pela reduzida dimensão da amostra. Efetivamente, tendo em consideração que o valor de significância se aproxima de um valor estatisticamente significativo ( $p=0,072$ ) pode sugerir que, caso a amostra fosse maior, poder-se-ia observar uma eventual interação, que neste estudo não acontece. De futuro, de forma a esclarecer eventuais interações, parece ser importante conduzir um estudo laboratorial que abarque uma amostra maior e eventualmente com metodologia diferente.

Por outro lado, os resultados mostram diferenças estatisticamente significativas no que respeita ao tempo de armazenamento, em ambas as medições consideradas. Estes resultados permitem rejeitar a segunda hipótese nula, uma vez que o tempo de armazenamento tem influência nas alterações dimensionais que ocorrem nos alginatos após a reação de presa.

De notar que os resultados são diferentes nas duas medições consideradas. No entanto, independentemente da medição considerada, o material de impressão apresenta uma contração generalizada que tende a estabilizar ao longo do tempo de armazenamento. Estes resultados estão em consonância com o descrito na literatura para os alginatos de vazagem tardia (Imbery *et al.*, 2010; Rohanian *et al.*, 2014). Os fenómenos de contração podem ser justificados por diversos fatores, nomeadamente devido à deformação permanente, às

variações de temperatura, bem como pela exposição das impressões ao ar após a sua obtenção (Imbery *et al.*, 2010)

A deformação permanente é uma propriedade associada frequentemente aos alginatos e que está relacionada com a ausência de recuperação elástica desses materiais. A literatura existente defende que, para impressões realizadas com alginato, o clínico deve ter em consideração um período de tempo adicional de cerca de 3 minutos, após concluída a reação de gelificação (Sakaguchi *et al.*, 2012; Anasuvic *et al.*, 2013). Este período de tempo vai permitir que se verifique recuperação elástica e, conseqüentemente, minimizar a distorção que ocorre aquando da remoção da moldeira. No entanto, neste estudo apenas foi respeitado o tempo mínimo indicado pelo fabricante, pelo que pode ter tido influência nos resultados obtidos.

Por outro lado, a literatura também afirma que as alterações térmicas que se verificam entre a temperatura ambiente (22°C) e a temperatura da cavidade oral (37°C) podem também conduzir a alterações dimensionais, nomeadamente devido à contração do material contra a moldeira (Portugal *et al.*, 2000; Anasuvic *et al.*, 2012). Este ponto pode justificar em parte a contração encontrada nas medições imediatamente após a remoção da boca, uma vez que a moldagem foi realizada a 36°C e a desinfecção foi realizada e os modelos foram corridos a 22°C.

A contração que se verificou nas impressões pode ainda ser explicada à luz dos fenómenos de sinérese e evaporação, que conduzem à perda de água e conseqüente contração do material de impressão. Estes fenómenos podem ter ocorrido aquando da remoção da impressão do banho térmico e subsequente exposição ao ar à temperatura ambiente (Imbery *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2012; Anasuvic *et al.*, 2013). Uma vez que o material de impressão se encontra aderido à moldeira, a contração do material de impressão vai ocorrer no sentido das paredes da moldeira e, conseqüentemente, conduz à obtenção de modelos de gesso de dimensão superior comparativamente com o modelo acrílico (Imbery *et al.*, 2010).

A contração verificada é mais exacerbada para a medição ântero-posterior, sendo significativa nas impressões vazadas a gesso imediatamente após o protocolo de desinfecção. Entre o momento inicial e as 24 horas verifica-se uma recuperação volumétrica, que se mantém estável até às 120 horas.

O facto de a contração ser mais evidente na medição ântero-posterior pode ser explicado pela dimensão superior desta medição face à medição transversal, traduzindo-se numa maior alteração dimensional. Por outro lado, também é de referir que a medição ântero-posterior apresenta um grau de retenção superior devido à vestibularização dos incisivos inferiores, o que implica uma maior deformação aquando da remoção da moldeira.

Para a medição transversal verificou-se a mesma tendência de contração dos materiais em estudo. Estas alterações são mais ligeiras do que o verificado para a medição ântero-posterior, sendo mais pronunciadas entre as 24 e as 48 horas.

Os resultados obtidos neste estudo não estão totalmente em consonância com outros realizados anteriormente (Imbery *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2010; Rohanian *et al.*, 2014).

No estudo conduzido por Imbery *et al.* (2010), apesar das impressões vazadas a gesso no tempo de armazenamento 0 horas terem sofrido contração, produzindo modelos de gesso de dimensão superior, a partir das 24 horas verificou-se uma tendência para ocorrer expansão das impressões, aproximando-se das dimensões do modelo acrílico até às 120 horas. Tal como verificado por Imbery *et al.* (2010), no estudo de Walker *et al.* (2010) os alginatos de vazagem tardia apresentam igualmente contração inicial, com posterior tendência a expandir com o decorrer do tempo de armazenamento. No entanto, de ressaltar que os estudos existentes não apresentam metodologia reprodutível, tanto no que diz respeito aos materiais de impressão em estudo como no respetivo protocolo laboratorial. Consequentemente, estes factos introduzem dificuldades no que diz respeito à possibilidade de comparação dos resultados.

Quando se tem em consideração a percentagem de alteração dimensional que os materiais em estudo apresentaram com o decorrer do tempo de armazenamento, os resultados obtidos parecem estar de acordo com a norma ISO 13716 (ISO, 1999), definindo estabilidade dimensional linear do material de impressão quando as alterações verificadas não são superiores a 1,0%.

Neste estudo, a medição transversal é aquela que mais se aproxima de uma medição linear, sendo que é possível verificar que a percentagem de alteração dimensional no decorrer dos vários tempos estudados, encontra-se sempre abaixo de 1,0% (Tabela 3). O mesmo não se verifica para a medição ântero-posterior (Tabela 2) com os valores da percentagem de alteração dimensional acima de 1,0% em todos os tempos avaliados, com tendência a reduzir

e estabilizar ao longo do tempo. De notar que a norma citada faz referência a alterações dimensionais lineares, pelo que a extrapolação destes resultados para a medição ântero-posterior pode conduzir a erros na interpretação dos resultados.

Tendo em consideração os resultados obtidos neste estudo e após a sua interpretação, parece ser possível afirmar que as impressões obtidas estão em condições de ser vazadas a gesso às 120 horas, independentemente do material utilizado.

**6. Conclusão:**

Dos resultados obtidos neste estudo e considerando as condições laboratoriais em que o mesmo foi desenvolvido, pode-se concluir que:

- I. Não existem diferenças entre a estabilidade dimensional dos alginatos estudados;
- II. O tempo de armazenamento da impressão antes da vazagem a gesso influencia a estabilidade dimensional do alginato.





## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---



Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR (2013). Impression Materials. In: Phillips' Science of Dental Materials. (12th Ed.) pp.205-254. Elsevier/Saunders

Gumus H, Dinçel M, Buyuk S, Kiliç H, Bilgin M, Zortuk M (2015). The effect of pouring time on the dimensional stability of casts made from conventional and extended-pour irreversible hydrocolloids by 3D modelling. *Journal of Dental Sciences* 10: 275–281.

Imbery TA, Nehring J, Moon PC (2010). Accuracy and dimensional stability of extended-pour and conventional alginate impression materials. *The Journal of the American Dental Association* 141: 32–39.

International Organization for Standardization. (1999). *Dentistry - Reversible-Irreversible hydrocolloid impression material systems* (ISO No. 13716)

Muzaffar D, Ahsan SH, Afaq A (2011). Dimensional changes in alginate impression during immersion in a disinfectant solution. *Journal Of Pakistan Medical Association* 61(8):756–759.

Nandini VV, Venkatesh KV, Nair KC (2008). Alginate impressions: A practical perspective. *Journal of Conservative Dentistry* 11(1): 37-41.

Nassar U, Aziz T (2011). Dimensional stability of irreversible hydrocolloid impression materials as a function of pouring time: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 106(2):126–133.

Nassar U, Hussein B, Oko A (2012). Dimensional Accuracy of 2 Irreversible Hydrocolloid Alternative Impression Materials with Immediate and Delayed Pouring. *The Journal Canadian Dental Association* 78:1–8.

Portugal J, Hill E, Lopes L, Leitão J, Araújo P (2000). The effect of Reheating on Accuracy of Selected Elastomeric Impression Materials. *Quintessence of Dental Technology* 23: 180-183

Rad FH, Ghaffari T, Sayed HS (2010). In vitro Evaluation of Dimensional Stability of Alginate Impressions after Disinfection by Spray and Immersion Methods. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 4(4):130–135.

Rodrigues SB, Maria S, Samuel W (2012). Influence of delayed pouring on irreversible hydrocolloid properties. *Brazilian Oral Research* 26(5):404–409.

Rohanian A, Shabestari GO, Zeighami S, Samadi MJ, Shamshiri AR (2014). Effect of Storage Time of Extended-Pour and Conventional Alginate Impressions on Dimensional Accuracy of Casts 11(6):655–664.

Sakaguchi R, Powers J (2012). Chapter 12 - Replicating Materials—Impression and Casting. In *Craig's Restorative Dental Materials* (13th Ed.) pp. 277–325. Elsevier/Mosby

Todd JA, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC (2013). Dimensional changes of extended pour alginate impression materials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 143(4):55–63.

Walker MP, Burckhard J, Mitts DA, Williams KB (2010). Dimensional change over time of extended-storage alginate impression materials. *The Angle Orthodontist* 80(6):8–10.

## ÍNDICE DE FIGURAS

---



<b>Figura 1:</b> Desenho do protocolo experimental .....	9
<b>Figura 2:</b> Alginatos – Orthoprint e Hydrogum 5 .....	10
<b>Figura 3:</b> Moldeiras utilizadas para obtenção das impressões .....	10
<b>Figura 4:</b> Modelo dentário inferior classe II Kennedy esquerda .....	11
<b>Figura 5:</b> Preparação do pó e da água para realizar impressões .....	11
<b>Figura 6:</b> Manipulação do material de impressão .....	11
<b>Figura 7:</b> Colocação do material de impressão na moldeira .....	12
<b>Figura 8:</b> Colocação da moldeira de impressão no banho térmico .....	12
<b>Figura 9:</b> Impressão final .....	12
<b>Figura 10:</b> Sacos de armazenamento da impressão até à vazagem a gesso .....	14
<b>Figura 11:</b> Preparação do gesso para vazagem do molde .....	14
<b>Figura 12:</b> Colocação do gesso na impressão .....	14
<b>Figura 13:</b> Craveira digital utilizada para a medição dos modelos de gesso .....	15
<b>Figura 14:</b> Demonstração da medição ântero-posterior da linha média à face distal do dente 47 .....	15
<b>Figura 15:</b> Demonstração da medição transversal da face vestibular do dente 46 à face vestibular da calha .....	15
<b>Figura 16:</b> Influência do tempo de armazenamento sobre a alteração dimensional no sentido ântero-posterior .....	19
<b>Figura 17:</b> Influência do tempo de armazenamento sobre a alteração dimensional no sentido transversal .....	20





## **ÍNDICE DE TABELAS**

---



<b>Tabela 1:</b> Tempos de manipulação do Orthoprint e Hydrogum 5 recomendado pelo fabricante .....	13
<b>Tabela 2:</b> Média e desvio-padrão da medição ântero-posterior em função do tipo de alginato e do tempo de armazenamento .....	17
<b>Tabela 3:</b> Média e desvio-padrão da medição transversal em função do tipo de alginato e do tempo de armazenamento .....	18
<b>Tabela 4:</b> <i>Teste ANOVA duas vias considerando variáveis alginato e tempo de armazenamento para medição ântero-posterior</i> .....	19



## APÊNDICE

---



## Tabelas:

Tabela I. Teste de Shapiro-Wilk considerando variáveis tipo de alginato e tempo de armazenamento para  $\Delta AP$  e  $\Delta T$ .

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
$\Delta AP$	0,084	80	,200*	0,971	80	0,064
$\Delta T$	0,070	80	,200*	0,986	80	0,528

\*. This is a lower bound of the true significance.  
a. Lilliefors Significance Correction

Tabela II. Teste de Levene considerando variáveis tipo de alginato e tempo de armazenamento para  $\Delta AP$ .

Levene's Test of Equality of Error Variances <sup>a</sup>				
Dependent Variable:	$\Delta AP$			
F	df1	df2	Sig.	
1,481	7	72	0,188	

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + alginato + tempo + alginato \* tempo

Tabela III. Comparações múltiplas – Teste de Tukey para medição ântero-posterior ( $\Delta AP$ ).

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: ΔAP						
Tukey HSD						
					95% Confidence Interval	
(I) Time before casting		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
0h	24h	,43733333 <sup>*</sup>	0,051150724	<0,001	0,30280379	0,57186288
	48h	,32216667 <sup>*</sup>	0,051150724	<0,001	0,18763712	0,45669621
	120h	,40566667 <sup>*</sup>	0,051150724	<0,001	0,27113712	0,54019621
24h	0h	-,43733333 <sup>*</sup>	0,051150724	<0,001	-0,57186288	-0,30280379
	48h	-0,11516667	0,051150724	0,119	-0,24969621	0,01936288
	120h	-0,03166667	0,051150724	0,926	-0,16619621	0,10286288
48h	0h	-,32216667 <sup>*</sup>	0,051150724	<0,001	-0,45669621	-0,18763712
	24h	0,11516667	0,051150724	0,119	-0,01936288	0,24969621
	120h	0,08350000	0,051150724	0,367	-0,05102954	0,21802954
120h	0h	-,40566667 <sup>*</sup>	0,051150724	<0,001	-0,54019621	-0,27113712
	24h	0,03166667	0,051150724	0,926	-0,10286288	0,16619621
	48h	-0,08350000	0,051150724	0,367	-0,21802954	0,05102954

Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = ,026.  
\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Tabela IV. Teste de Levene considerando variáveis tipo de alginato e tempo de armazenamento para  $\Delta T$ .

Levene's Test of Equality of Error Variances <sup>a</sup>				
Dependent Variable:		$\Delta T$		
	F	df1	df2	Sig.
	3,407	7	72	0,003
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.				
a. Design: Intercept + alginato + tempo + alginato * tempo				

Tabela V. Teste Mann-Whitney considerando a influencia do tipo de alginato na estabilidade dimensional da medição transversal ( $\Delta T$ ).

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of $\Delta T$ is the same across categories of Alginato.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	0,206	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Tabela VI. Teste Kruskal-Wallis considerando a influencia do tempo de armazenamento para a estabilidade dimensional da medição transversal ( $\Delta T$ ).

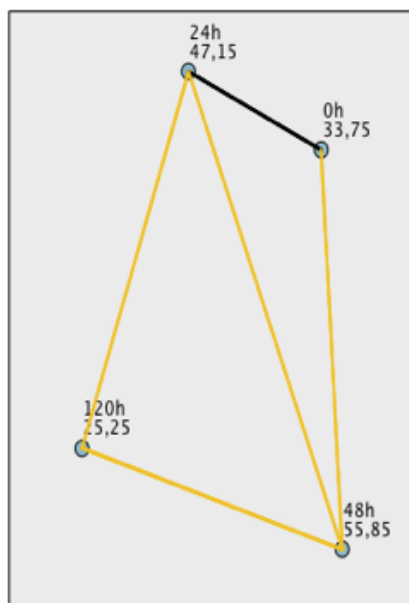
Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of $\Delta T$ is the same across categories of Time before casting.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	<0,001	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.



Tabela VII. Comparações múltiplas - Teste de Mann-Whitney com correção Bonferroni para medição transversal ( $\Delta T$ ).

### Pairwise Comparisons of Time before casting



Each node shows the sample average rank of Time before casting.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
120h-0h	8,500	7,348	1,157	,247	1,000
120h-24h	21,900	7,348	2,981	,003	,017
120h-48h	30,600	7,348	4,165	,000	,000
0h-24h	-13,400	7,348	-1,824	,068	,409
0h-48h	-22,100	7,348	-3,008	,003	,016
24h-48h	-8,700	7,348	-1,184	,236	1,000

*Tabela VIII. Tabela dos valores obtidos (mm) na medição ântero-posterior ( $\Delta AT$ ) e na medição transversal ( $\Delta T$ ), de acordo com o tipo de alginato e tempo de armazenamento.*

<b>Espécime</b>	<b>Alginato</b>	<b>Tempo</b>	<b><math>\Delta AP</math> (mm)</b>	<b><math>\Delta T</math> (mm)</b>
1	Orthoprint	10 minutos	48,60	50,21
2	Orthoprint	10 minutos	48,87	50,19
3	Orthoprint	10 minutos	48,67	50,29
4	Orthoprint	10 minutos	49,31	50,42
5	Orthoprint	10 minutos	48,68	50,56
6	Orthoprint	10 minutos	48,51	50,24
7	Orthoprint	10 minutos	48,69	50,30
8	Orthoprint	10 minutos	48,80	50,31
9	Orthoprint	10 minutos	48,94	50,28
10	Orthoprint	10 minutos	48,88	50,34
<b>Média</b>			<b>48,80</b>	<b>50,314</b>
1	Orthoprint	24 horas	48,38	50,30
2	Orthoprint	24 horas	48,68	50,76
3	Orthoprint	24 horas	48,34	50,26
4	Orthoprint	24 horas	48,41	50,51
5	Orthoprint	24 horas	48,49	50,75
6	Orthoprint	24 horas	48,28	50,50
7	Orthoprint	24 horas	48,28	50,17
8	Orthoprint	24 horas	48,34	50,76
9	Orthoprint	24 horas	48,40	50,45
10	Orthoprint	24 horas	48,39	50,43
<b>Média</b>			<b>48,40</b>	<b>50,489</b>
1	Orthoprint	48 horas	48,84	50,59
2	Orthoprint	48 horas	48,26	50,53
3	Orthoprint	48 horas	48,19	50,61
4	Orthoprint	48 horas	48,37	50,59
5	Orthoprint	48 horas	48,42	50,58
6	Orthoprint	48 horas	48,34	50,58
7	Orthoprint	48 horas	48,51	50,71
8	Orthoprint	48 horas	48,47	50,48
9	Orthoprint	48 horas	48,23	50,37
10	Orthoprint	48 horas	48,26	50,38
<b>Média</b>			<b>48,39</b>	<b>50,542</b>

Espécime	Alginato	Tempo	$\Delta AP$ (mm)	$\Delta T$ (mm)
1	Orthoprint	120 horas	48,58	50,41
2	Orthoprint	120 horas	48,34	50,26
3	Orthoprint	120 horas	48,55	50,41
4	Orthoprint	120 horas	48,28	50,04
5	Orthoprint	120 horas	48,54	50,15
6	Orthoprint	120 horas	48,37	50,12
7	Orthoprint	120 horas	48,12	50,42
8	Orthoprint	120 horas	48,23	50,49
9	Orthoprint	120 horas	48,15	50,51
10	Orthoprint	120 horas	48,15	50,22
<b>Média</b>			<b>48,33</b>	<b>50,303</b>
1	Hydrogum 5	10 minutos	48,58	50,36
2	Hydrogum 5	10 minutos	48,48	50,35
3	Hydrogum 5	10 minutos	48,69	50,30
4	Hydrogum 5	10 minutos	48,76	50,56
5	Hydrogum 5	10 minutos	48,81	50,30
6	Hydrogum 5	10 minutos	48,72	50,71
7	Hydrogum 5	10 minutos	48,88	50,22
8	Hydrogum 5	10 minutos	48,66	50,59
9	Hydrogum 5	10 minutos	48,72	50,59
10	Hydrogum 5	10 minutos	48,76	50,66
<b>Média</b>			<b>48,71</b>	<b>50,464</b>
1	Hydrogum 5	24 horas	47,86	50,58
2	Hydrogum 5	24 horas	48,06	50,49
3	Hydrogum 5	24 horas	48,22	50,59
4	Hydrogum 5	24 horas	48,34	50,55
5	Hydrogum 5	24 horas	48,32	50,35
6	Hydrogum 5	24 horas	48,32	50,46
7	Hydrogum 5	24 horas	48,26	50,52
8	Hydrogum 5	24 horas	48,49	50,44
9	Hydrogum 5	24 horas	48,22	50,48
10	Hydrogum 5	24 horas	48,19	50,40
<b>Média</b>			<b>48,23</b>	<b>50,486</b>

<b>Espécime</b>	<b>Alginato</b>	<b>Tempo</b>	<b><math>\Delta AP</math> (mm)</b>	<b><math>\Delta T</math> (mm)</b>
1	Hydrogum 5	48 horas	48,54	50,56
2	Hydrogum 5	48 horas	48,50	50,48
3	Hydrogum 5	48 horas	48,52	50,54
4	Hydrogum 5	48 horas	48,52	50,51
5	Hydrogum 5	48 horas	48,50	50,63
6	Hydrogum 5	48 horas	48,42	50,39
7	Hydrogum 5	48 horas	48,52	50,63
8	Hydrogum 5	48 horas	48,37	50,45
9	Hydrogum 5	48 horas	48,37	50,63
10	Hydrogum 5	48 horas	48,43	50,43
<b>Média</b>			<b>48,47</b>	<b>50,525</b>
1	Hydrogum 5	120 horas	48,14	50,61
2	Hydrogum 5	120 horas	48,46	50,31
3	Hydrogum 5	120 horas	48,39	50,34
4	Hydrogum 5	120 horas	48,15	50,27
5	Hydrogum 5	120 horas	48,41	50,29
6	Hydrogum 5	120 horas	48,34	50,16
7	Hydrogum 5	120 horas	48,69	50,25
8	Hydrogum 5	120 horas	48,25	50,54
9	Hydrogum 5	120 horas	48,54	50,37
10	Hydrogum 5	120 horas	48,23	50,27
<b>Média</b>			<b>48,36</b>	<b>50,341</b>

## Figuras:

Figura I. Gráfico da reta da normalidade verificada para a medição ântero-posterior ( $\Delta AP$ ).

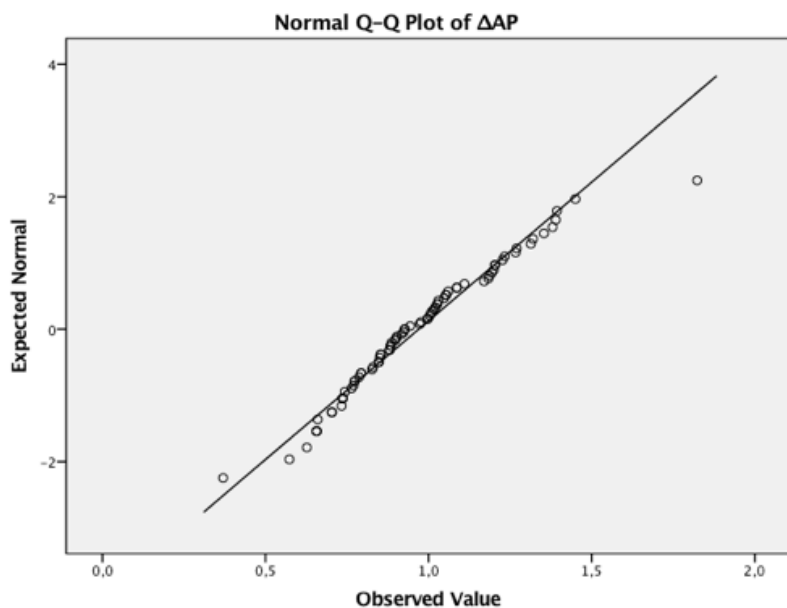
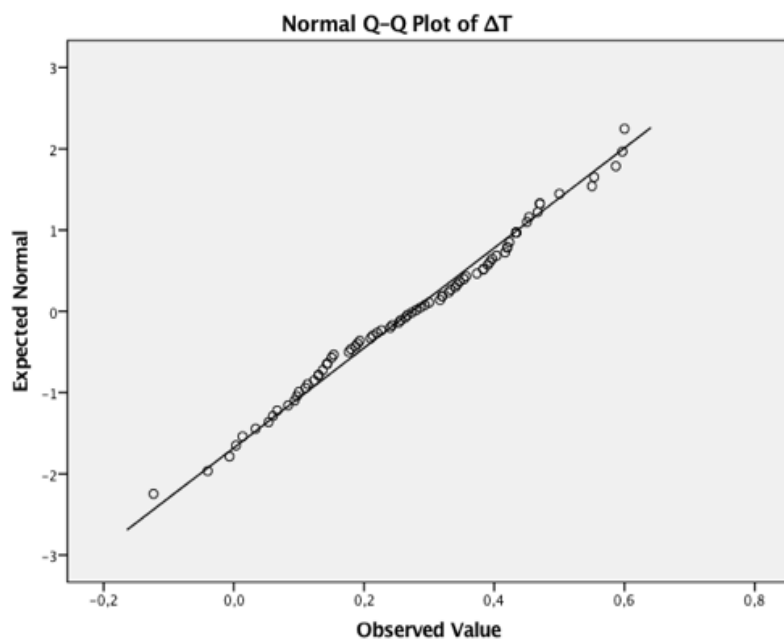


Figura II. Gráfico da reta da normalidade verificada para a medição transversal ( $\Delta T$ ).





**ANEXOS**

---





## Instruções do fabricante

### 1. *Orthoprint*

#### 1.1. Manipulação do material:



#### 1.2. Tempos de manipulação:

**Table 1. Technical data**

	TIMES FOR CLINICAL USE*	<i>hydrogum®</i>	<i>hydrogum® soft</i>	<i>orthoprint®</i>	<i>phase® plus</i>	<i>tropicalgin</i>	<i>neocolloid®</i>
1	Mixing Time	30"	30"	30"	45"	45"	45"
2	Working Time	1'10"	1'10"	1'05"	1'35"	1'35"	2'00"
3	Time in mouth (minimum)	1'00"	1'00"	0'45"	1'00"	1'00"	1'30"
4	Setting Time	2'10"	2'10"	1'50"	2'35"	2'35"	3'30"
5	Total working time (ISO 1563)	2'00"	2'00"	1'40"	2'25"	2'25"	3'20"

## 2. *Hydrogum 5:*

### 2.1. Manipulação do material:



### 2.2. Tempos de manipulação:

**Table 1. Technical data**

	TIMES FOR CLINICAL USE*	hydrogum 5	hydrocolor 5
1	Mixing Time	<30''	≤30''
2	Working Time	1'05''	1'10''
3	Time in mouth (minimum)	0'45''	1'00''
4	Setting Time	1'50''	2'10''
5	Total working time (ISO 1563)	1'40''	2'00''